

# Identifikasi Spesies Mangrove dengan Menggunakan Sistem Pesawat Udara Kecil Tanpa Awak di Kawasan Ekosistem Mangrove Sedari, Kabupaten Karawang, Jawa Barat

*Mangrove species identification by using a small unmanned aircraft system in Sedari mangrove ecosystem, Karawang regency, West Java*

Roni Sewiko<sup>1\*</sup>, Herlina Adelina Meria Uli Sagala<sup>1</sup>, Yulandhita<sup>1</sup>, Chrisoetanto P. Pattirane<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Kelautan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang, Karawang, Jawa Barat 41315, Indonesia

## Info Artikel:

Diterima: 03/09/2022

Disetujui: 19/10/2022

Dipublikasi: 26/10/2022

## Kata Kunci:

mangrove, drone, konservasi, SIG, penginderaan jauh.

## Keywords:

mangrove, drone, conservation, GIS, remote sensing.

## \*Korespondensi:

[ronisewiko@poltekpkarawang.ac.id](mailto:ronisewiko@poltekpkarawang.ac.id)



Copyright © 2022 The Author(s)

<https://ojs.poltesa.ac.id/index.php/nekton>

**Abstrak.** Penginderaan jauh adalah salah satu metode yang efektif dalam pemantauan ekosistem mangrove. Salah satu hal yang menjadi tantangan dalam implementasi metode ini adalah resolusi citra. Akses citra beresolusi besar sebagai bahan dasar analisa spasial tidaklah murah. Sistem pesawat udara kecil tanpa awak (SPUKTA) atau drone mampu menjawab tantangan tersebut. Orthophoto yang diperoleh dari hasil akuisisi drone mampu menghasilkan citra beresolusi besar. Metode ini kemudian diimplementasikan pada kawasan konservasi, untuk mempermudah proses identifikasi spesies mangrove yang ada pada area tersebut. Drone diterbangkan pada ketinggian 150 m dengan nilai pertampalan 85% untuk 4 misi terbang. Hasil dari pengolahan 1614 foto udara menjadi orthophoto menghasilkan citra dengan resolusi GSD 4,75 cm/ pix. Citra ini kemudian dianalisa dengan teknik digitasi on-screen dan interpretasi visual. Dari total luasan area kajian 46,48 ha diperoleh hasil digitasi spesies *Rhizophora* sp. dengan total luasan 24,68 ha, *Avicennia* sp. 7,64 ha, mangrove yang mati 0,19 ha, dan non vegetasi 13,97 ha.

**Abstract.** Remote sensing is one of the effective methods of monitoring mangrove ecosystems. One of the challenges in implementing this method is image resolution. Access to large-resolution imagery as a basic material for spatial analysis is not cheap. Unmanned small aircraft systems (SPUKTA) or drones are able to answer these challenges. Orthophotos obtained from the acquisition of drones are capable of producing large-resolution imagery. This method is then implemented in conservation areas, to facilitate the process of identifying mangrove species in the area. The drone was flown at an altitude of 150 m with a pavement value of 85% for 4 flying missions. The result of processing 1614 aerial photos into orthophotos produced images with a GSD resolution of 4.75 cm/pix. These images are then analyzed with on-screen digitization techniques and visual interpretation. From the total area of the study area of 46.48 ha obtained the digitization results of *Rhizophora* sp. with a total area of 24.68 ha, *Avicennia* sp. 7.64 ha, dead mangroves 0.19 ha, and non-vegetation 13.97 ha.

## PENDAHULUAN

Salah satu ekosistem mayor di kawasan pesisir adalah ekosistem mangrove. Eksistensi dan kondisi ekosistem mangrove sangat penting karena dapat menjadi indikator bagi keberlanjutan ekosistem pesisir lainnya. Oleh sebab itu, aktivitas monitoring ekosistem mangrove harus dilakukan secara konsisten, cepat, dan terevaluasi. Salah satu aspek penting dalam monitoring ekosistem mangrove adalah identifikasi spesies. Dengan diketahuinya komposisi spesies, kita dapat mengetahui indeks nilai penting (INP), indeks kesehatan, kesesuaian, valuasi ekonomi (Rudi, 2021), simpanan karbon (Kepel et al., 2017) serta identifikasi potensi dan strategi pengembangannya (Alfira, 2014).

Identifikasi spesies biasanya dilakukan dengan observasi manual di lapangan. Namun mengingat betapa luas ekosistem mangrove dan terbatasnya sumberdaya, hal tersebut menjadi tidak efisien. Kondisi yang demikian menuntut pendekatan atau metode monitoring efektif dan efisien. Penginderaan jauh dan sistem informasi geografis menjadi pilihan yang tepat. Namun, metode penginderaan jauh di Indonesia yang beriklim tropis seringkali membatasi kualitas citra yang diperoleh melalui satelit karena tingginya tutupan awan (Ruwaimana et al., 2016; 2017; 2018; Sriyana, 2020). Kendala ini tentu tidak menjadi masalah bagi kegiatan dengan pendanaan besar, karena citra satelit berkualitas tinggi juga dapat diakses secara komersil. Namun menjadi kendala besar bagi kebanyakan peneliti, analis dan praktisi dalam memonitor dinamika fisik ekosistem mangrove. Apalagi bagi pegiat monitoring di Indonesia yang memiliki area yang sangat luas, beragam, dinamis, serta pendanaan yang harus diakui kurang memadai.

Namun kendala tersebut saat ini dapat teratasi dengan adanya citra foto udara. Pemotretan objek di permukaan bumi dengan menggunakan pesawat udara tanpa awak merupakan salah satu teknologi yang mampu menghasilkan data detail, *realtime* dan cepat karena teknologi ini telah tersedia secara komersial dan relatif murah. Teknologi ini dikenal dengan nama sistem pesawat udara kecil tanpa awak (SPUKTA) atau drone (Floreano & Wood, 2015). Teknologi SPUKTA dapat digunakan sebagai solusi pemetaan dengan akurasi dan presisi tinggi karena mampu menghasilkan citra dengan resolusi tinggi yang dapat memberikan informasi yang lebih detail mengenai objek yang menjadi bahan kajian.

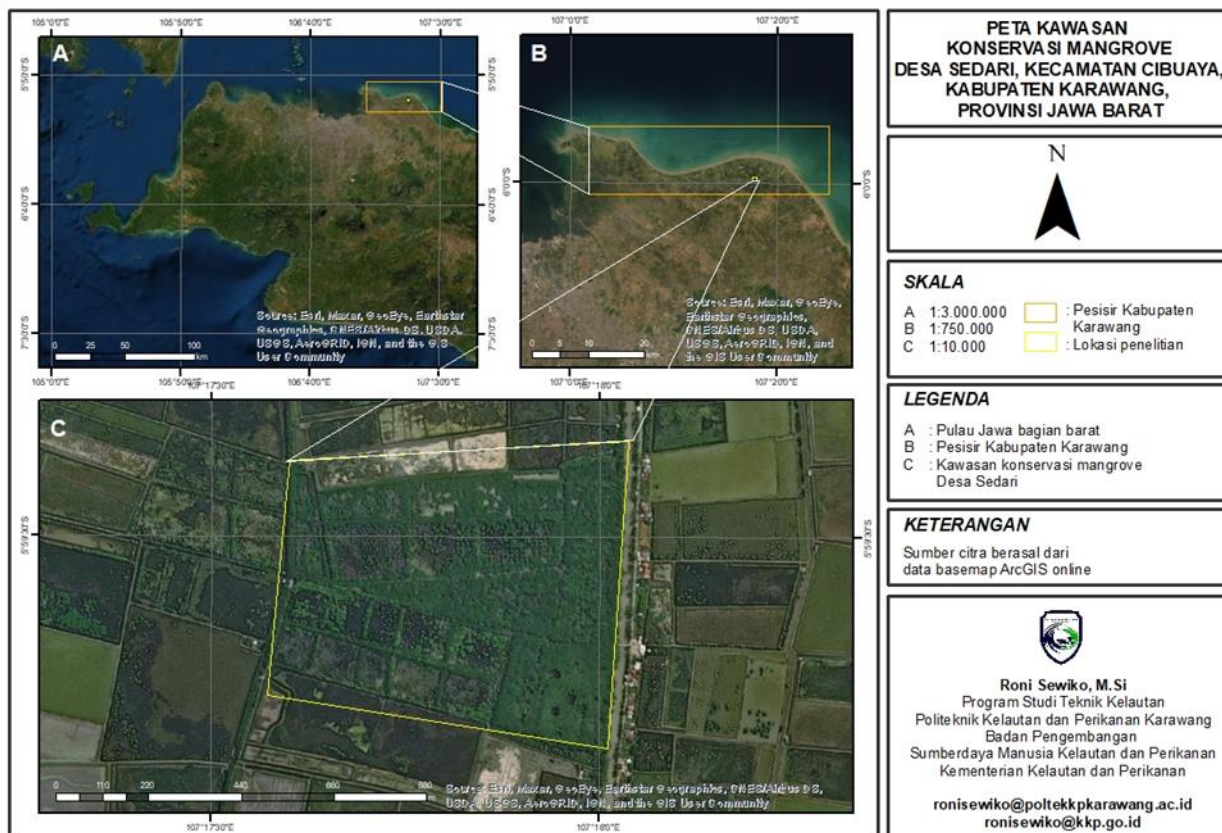
Penggunaan foto udara yang diperoleh melalui pemanfaatan drone komersial selama ini masih sebatas foto ataupun video berbasis hobi. Namun dengan adanya teknik fotogrametri, saat ini foto-foto udara dapat dimaksimalkan manfaatnya sebagai citra dengan akurasi dan presisi yang tinggi. Khusus dalam pemanfaatannya di ekosistem pesisir (Casella et al., 2021; Escobar et al., 2021; Giordano et al., 2021; Jayson et al., 2021; Jun et al., 2021; Pérez et al., 2021; Prodanov et al., 2019; Ventura et al., 2021) citra yang dihasilkan mampu membantu para praktisi untuk lebih jelas dalam menentukan batas garis pantai, mengidentifikasi sampah laut, monitoring biota dan ekosistem, serta objek-objek lain sesuai dengan kebutuhan para praktisi dan teknisi pengelolaan kawasan dan sumberdaya pesisir dan laut.

Pada percobaan ini, kami mencoba memanfaatkan SPUKTA untuk mengidentifikasi spesies mangrove pada sebuah kawasan konservasi. Diharapkan, penggunaan SPUKTA akan mampu menghasilkan resolusi spasial yang tinggi serta mempermudah analis untuk mampu mengidentifikasi spesies mangrove berdasarkan tutupan kanopinya. Bila teknik ini dinilai berhasil, maka data yang dihasilkan akan dapat digunakan sebagai rujukan bagi pengembangan metode ataupun pendekatan baru dalam identifikasi spesies mangrove. Selain

itu, data serta metode yang dihasilkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan *machine learning* di bidang konservasi pesisir dan laut.

### METODE PENELITIAN

Percobaan ini dilaksanakan di kawasan konservasi hutan mangrove Desa Sedari, Kecamatan Cibuyaya, Kabupaten Karawang. Kawasan ini berjarak kurang lebih 3 kilometer dari batas pantai Desa Sedari (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi

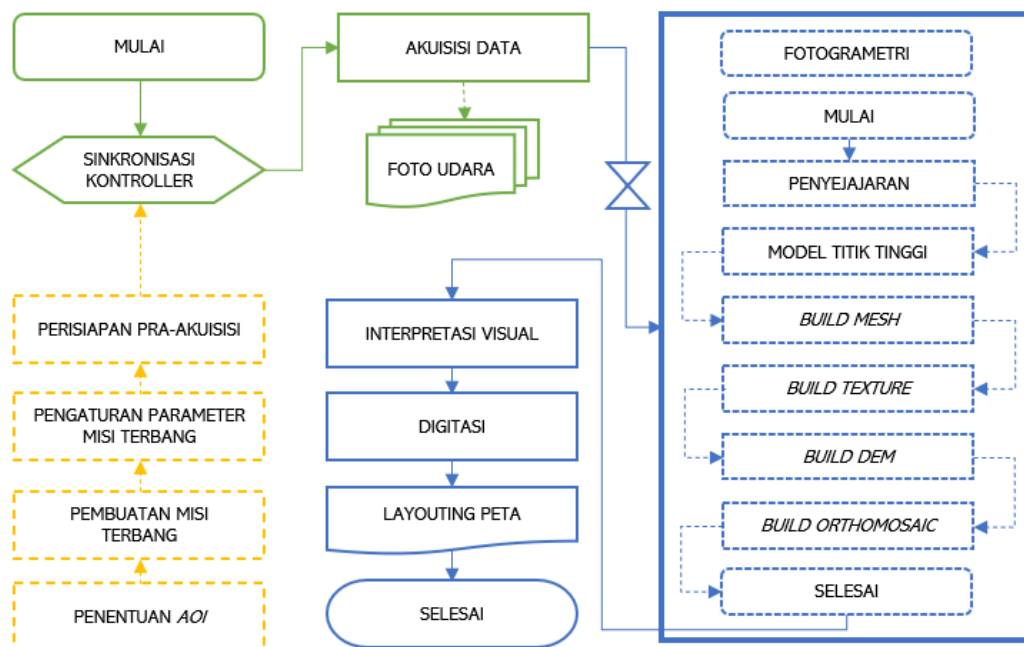
Adapun alat-alat yang digunakan pada percobaan ini mulai dari tahap persiapan, pengambilan, sampai dengan pengolahan dan analisis data pengamatan, adalah sebagaimana tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan

No.	Nama Alat	Keterangan
1.	SPUKTA <i>quad-copter</i> DJI Mavic 2 Pro	Pesawat udara tanpa awak atau <i>drone</i> yang dilengkapi kamera untuk memotret dan menghasilkan foto udara lokasi pengamatan.
2.	DJI Pilot	Perangkat lunak untuk menentukan jalur terbang pesawat udara tanpa awak/ <i>polygon mission</i> .
3.	Google Earth	Membuat perencanaan dengan membuat <i>polygon</i> pada area pengamatan.
4.	Signal Booster	Memperkuat pancaran <i>signal smart controller</i> .

No.	Nama Alat	Keterangan
5.	Komputer workstation	Perangkat keras yang digunakan untuk proses pengolahan data foto udara dan untuk menyusun laporan.
6.	Kamera ponsel	Dokumentasi kegiatan.
7.	JPEGmini Pro	Perangkat lunak yang bertujuan untuk merubah ukuran kapasitas gambar.
8.	Perangkat pengolah data akuisisi	Perangkat lunak pengolahan data foto udara.
9.	Perangkat pengolah data SIG	Perangkat lunak untuk digitasi dan <i>layouting</i> peta.
10.	Terpal Home Point	Landasan untuk mengalasi pesawat udara tanpa awak saat <i>take off</i> ataupun <i>landing</i> .

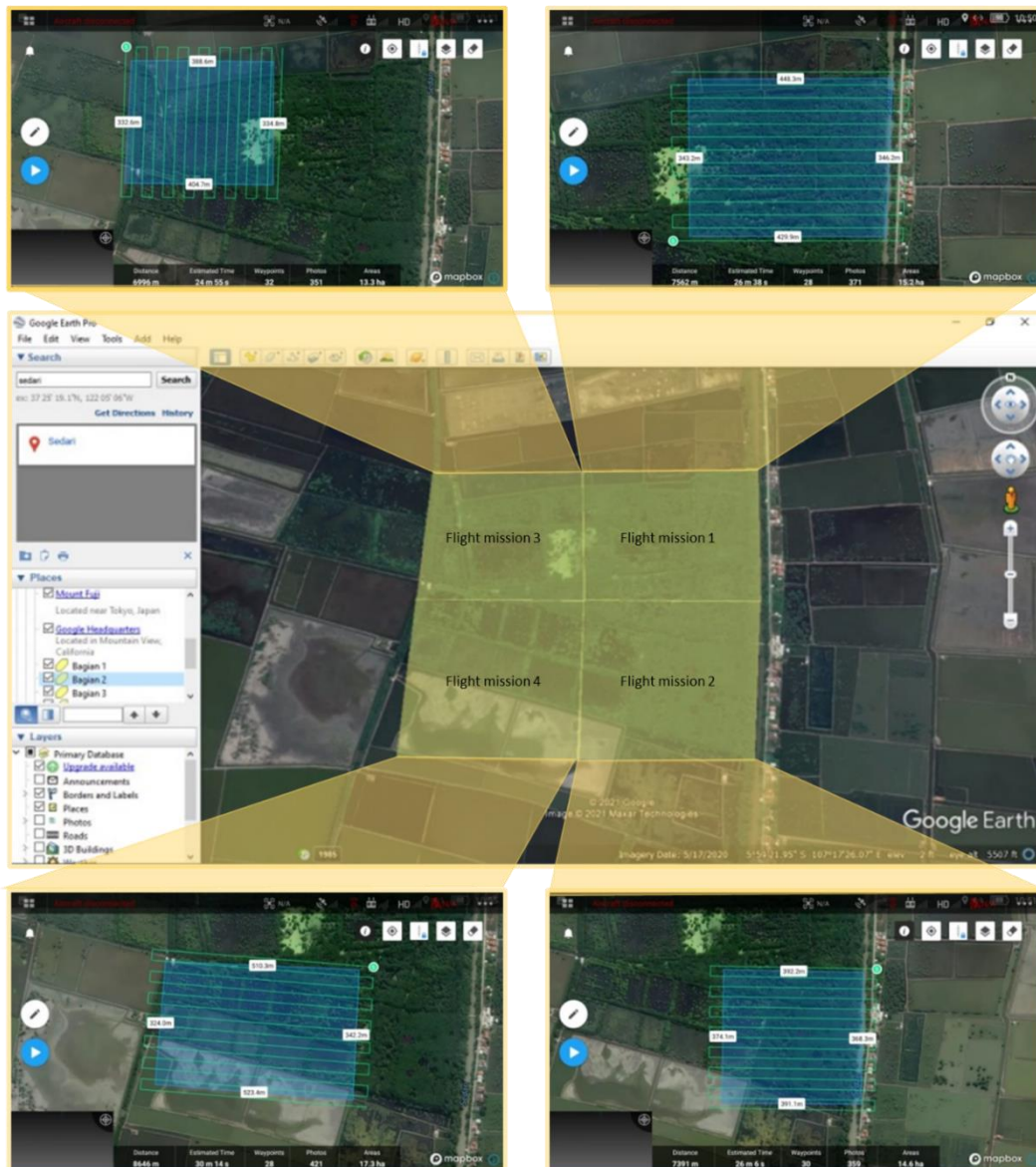
Percobaan ini terdiri dari tiga tahap utama (Gambar 2) yaitu, tahap persiapan, pengambilan dan pengolahan data. Tahap persiapan meliputi survey lokasi pengamatan serta perencanaan misi terbang terutama dalam memposisikan *home point* (titik landas/pendaratan) bagi SPUKTA di masing-masing misi terbang. Misi terbang dibuat dengan menggunakan aplikasi DJI Pilot, untuk mengestimasi jumlah dan lamanya terbang berdasarkan parameter ketinggian, cakupan area, *overlap* (pertampalan), kecepatan terbang serta sudut kamera.



Gambar 2. Diagram alur kerja (kuning=pra kuisisi; hijau=proses akuisisi; biru=pasca akuisisi)

Pada *percobaan* ini, ketinggian diatur pada 150 meter dan pertampalan sebesar 85%. Untuk menyapu seluruh area kajian dengan total luas 47 hektar, dibuat empat misi terbang (Gambar 3). Setiap misi terbang diberikan pengaturan yang seragam untuk mempertahankan parameter dan kualitas data yang

dihasilkan. Tahap kedua adalah pengambilan data (*acquisition*). Proses akuisisi untuk setiap misi terbang membutuhkan waktu antara 25 hingga 30 menit.



Gambar 3. Pembagian dan pengaturan misi terbang dengan menggunakan aplikasi DJI Pilot

Setelah data foto udara lokasi pengamatan diperoleh, jika diperlukan dapat dilakukan pengecilan ukuran file (*resize*) menggunakan perangkat lunak *JPEG Mini Pro* yang bertujuan untuk mengubah ukuran kapasitas foto udara tanpa harus mengurangi kualitas foto (resolusi). Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan teknik fotogrametri. Fotogrametri memungkinkan foto-foto dari suatu objek/area menjadi satu hamparan (satu gambar) besar dari objek/area yang menjadi objek kajian. Selain itu, fotogrametri juga memungkinkan analisis untuk mengekstrak metadata pada foto hasil akuisisi, serta beberapa model spasial yang dapat dianalisa lebih lanjut dengan menggunakan pendekatan system Informasi geografis (SIG). Model yang diperoleh melalui fotogrametri

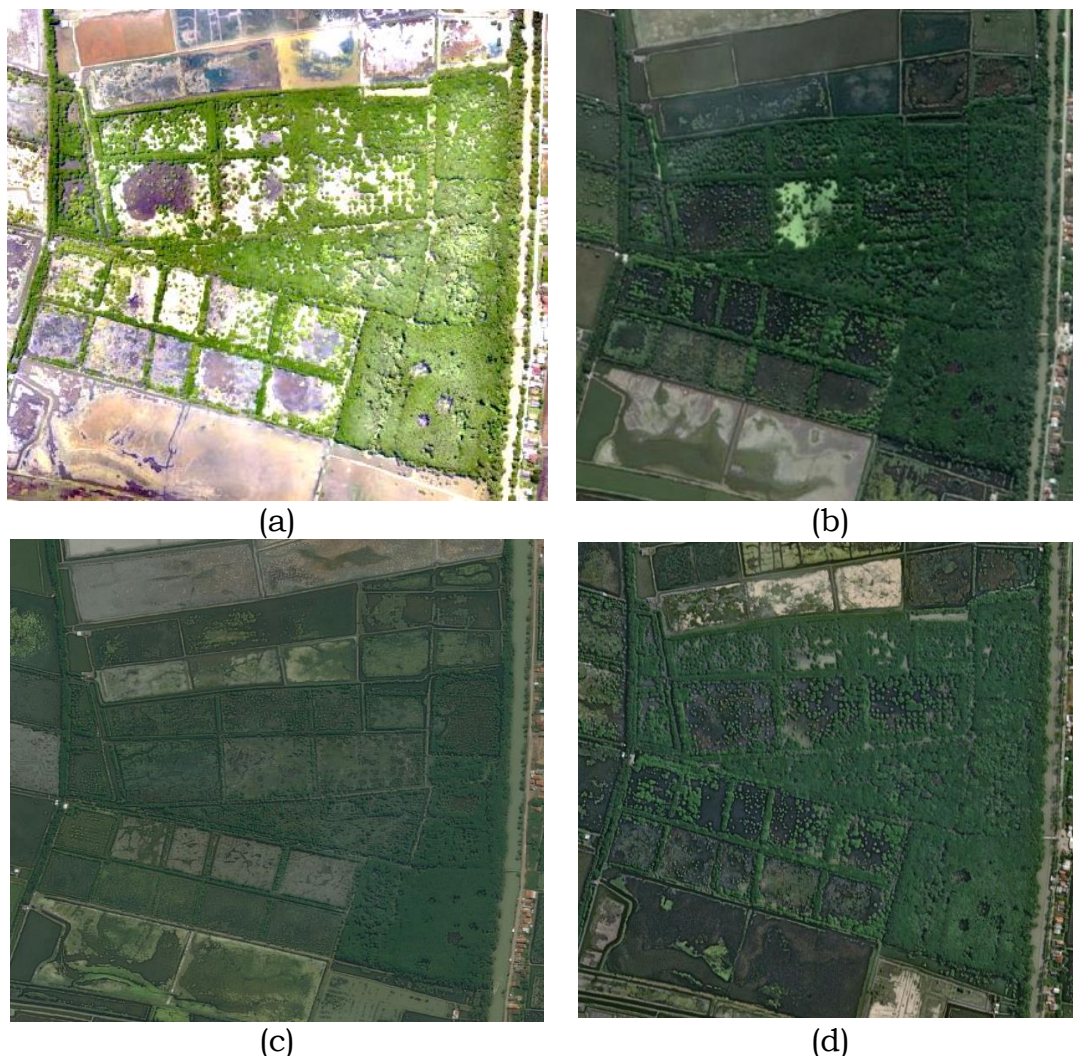
merupakan data raster yang diantaranya adalah *orthophoto*, model elevasi digital (*Digital Elevation Model/DEM*), serta model digital permukaan (*Digital Surface Model/DSM*). *Orthophoto* beresolusi tinggi inilah yang kemudian akan menjadi data utama yang digunakan untuk mengidentifikasi spesies mangrove pada percobaan ini.

*Orthophoto* merupakan citra yang mampu mengakomodir keperluan pemetaan secara *detail* karena mampu menyajikan kenampakan objek akuisisi dalam resolusi tinggi. Dengan mengandalkan resolusi tersebut, identifikasi spesies mangrove kemudian dilakukan dengan menggunakan metode digitasi *on-screen* (Pongdatu et al., 2021; Panjaitan et al., 2019; Tufaila et al., 2012). Digitasi *on-screen* adalah proses digitasi yang dilakukan pada layar monitor secara langsung dengan *mouse*. Teknik ini merupakan alternatif untuk memasukkan data vektor dengan tanpa menggunakan alat digitasi otomatis. Hasil dari digitasi ini dapat berupa *point*, *line* dan atau *polygon* berdasarkan unsur dasar pengenalan citra. Hasil interpretasi kemudian diklasifikasikan berdasarkan kelompok spesies mangrove, kelompok mangrove yang mati, serta kelompok non-mangrove. Setelah interpretasi selesai, kemudian dilakukan proses *layouting* untuk menghasilkan peta interpretasi spesies mangrove.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui rangkaian proses akuisisi dan pengolahan data foto udara dengan teknik fotogrametri, diperoleh *orthophoto* kawasan konservasi hutan mangrove Desa Sedari, dengan hasil kalibrasi data foto udara 100% atau terkalibrasi seluruhnya. Jumlah *tie points* atau titik ikat adalah sebanyak 222.782 *points*. Titik ikat adalah titik-titik pixel dari sejumlah foto yang saling bertampalan (*overlap*) yang memungkinkan perangkat lunak mengidentifikasi dan mengikat dua atau lebih foto menjadi satu (*merged*). Resolusi *GSD* yang diperoleh adalah sebesar 4,75 cm/pix. Artinya, setiap pixel dari citra foto udara yang dihasilkan mewakili 4,75 cm area yang sesungguhnya. Hasil pengolahan data foto udara dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada Gambar tersebut, dapat dilihat bahwa area ekosistem mangrove dapat dibedakan dengan sangat jelas (bila pada Gambar 4 terlihat kurang tajam, hal tersebut diakibatkan karena kompresi gambar dalam proses pengiriman dokumen). Penampakan vegetasi mangrove pada kawasan pesisir lebih mudah diidentifikasi. Rona atau warna mangrove akan terlihat lebih jauh namun tidak pekat karena mangrove berada di sedimen yang basah dan sifat air yang menyerap banyak gelombang elektromagnetik dan sedikit memantulkan spektrum. Tekstur dari mangrove terlihat lebih kasar dibandingkan semak atau rerumputan. Mangrove memiliki pola yang cukup jelas dan beraturan serta mendominasi area (Salim et al., 2018).

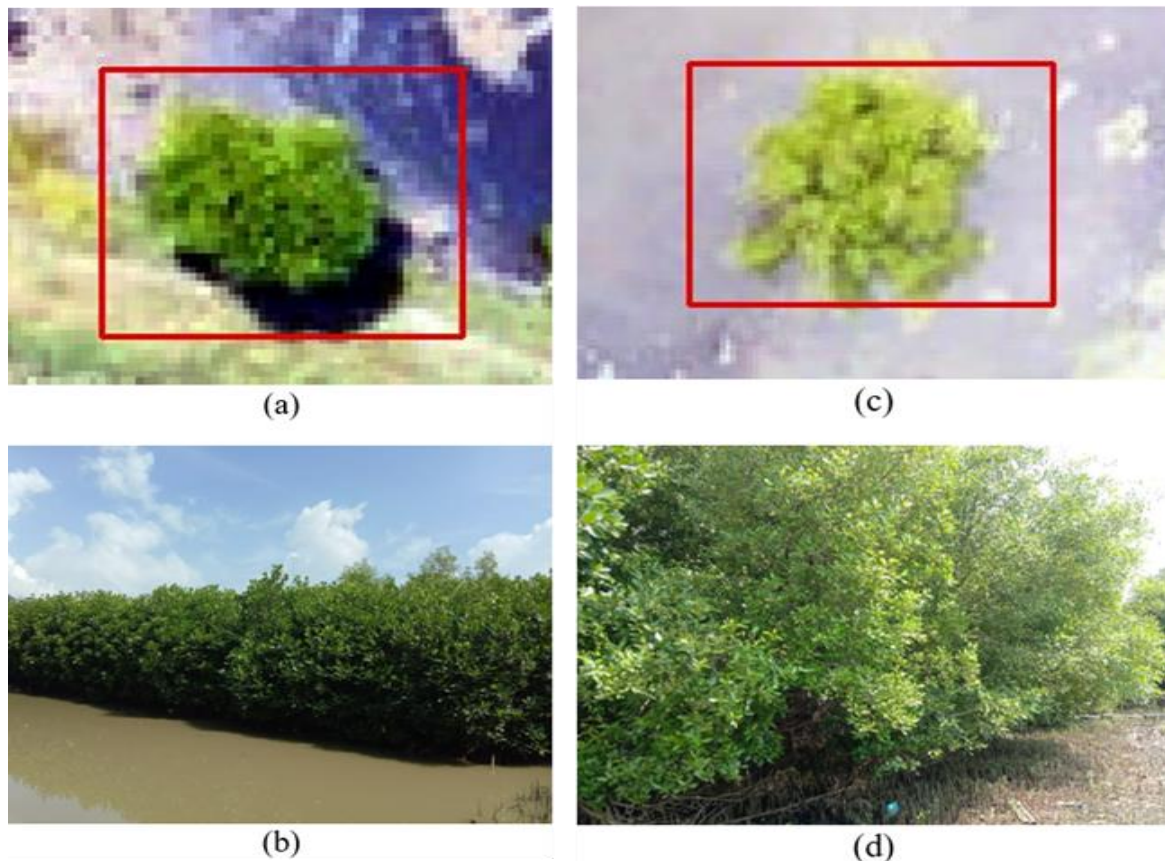


Gambar 4. Orthophoto area kajian (a) dan perbandingannya dengan citra dari satelit lainnya (b) citra Landsat, (c) citra Maxar, (d) citra Bird's Eye Hybrid

Pada area kajian, proses *screening* dan digitasi menjadi lebih mudah karena berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan, diketahui hanya terdapat dua spesies yaitu *Rhizophora* sp. dan *Avicennia* sp. *Rhizophora* sp. memiliki kenampakan kanopi yang lebih *padat* dan memiliki warna hijau yang lebih muda, sedangkan *Avicennia* sp. memiliki kepadatan kanopi yang lebih *ringan* dan menyebar, serta warna hijau yang lebih muda (Gambar 5). Tantangan dalam melakukan pemilahan pada proses *screening* ini yang paling utama adalah melakukan pemisahan spesies saat digitasi pada area yang bervegetasi padat. Kesulitan ini dapat diatasi dengan mengaktifkan fitur *cut polygon tool* serta kehati-hatian pada saat melakukan proses digitasi.

Interpretasi hasil foto udara pada spesies *Rhizophora* menunjukkan warna hijau yang agak gelap atau sedang, namun untuk yang masih semai warnanya akan menunjukkan hijau terang (Purwati et al., 2013). Bentuk dari kanopi mangrove *Rhizophora* sp. membentuk pola yang beraturan serta semakin berwarna hijau gelap maka mangrove tersebut terlihat semakin padat dan rapat (Gambar 5). Sedangkan untuk *Avicennia* sp., jika dilihat dari hasil interpretasi

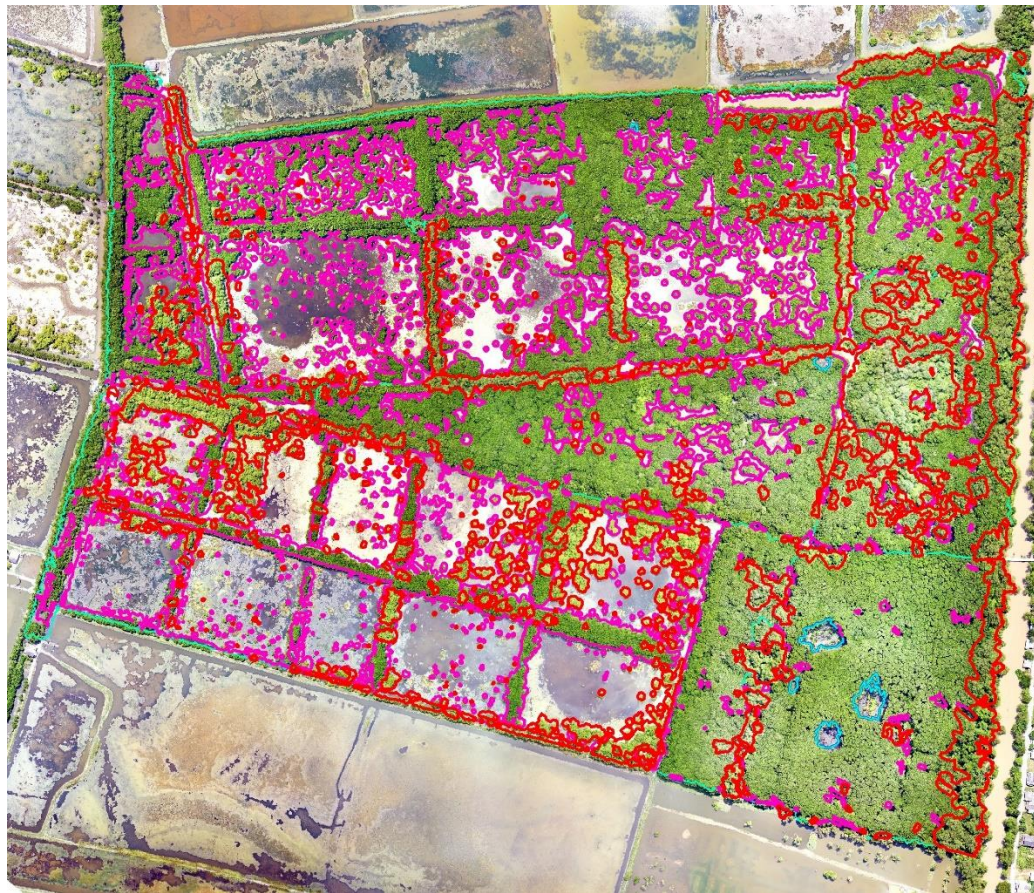
orthophoto memiliki warna hijau terang, lebih cerah dibandingkan warna yang dimiliki oleh mangrove jenis spesies *Rhizophora*. *Avicennia* sp. memiliki tipe persebaran tumbuh yang menyebar tidak menggerombol pada satu wilayah dan tidak membentuk pola yang beraturan atau membentuk garis. *Avicennia* sp. banyak tumbuh diantara *Rhizophora* sp. karena tipikal dari pola sebaran bibit mangrove yang secara alami banyak tersebar melalui aliran air sungai dan adanya pasang surut, lalu akan tumbuh pada tempat yang kondisinya dirasa sesuai bagi mangrove *Avicennia* sp. dapat tumbuh (Bayyan, 2019).



Gambar 5. (a) kenampakan mangrove *Rhizophora* sp. melalui pengamatan pada orthophoto; (b) kenampakan mangrove *Rhizophora* sp. di lapangan; (c) kenampakan mangrove *Avicennia* sp. melalui pengamatan pada orthophoto; (d) kenampakan mangrove *Avicennia* sp. di lapangan

Proses digitasi dilakukan secara sistematis mulai dari area dengan spesies mayor yaitu *Rhizophora* sp. untuk memudahkan digitasi kelompok berikutnya. Jika poligon dari area mayor telah terbentuk, maka selanjutnya akan menjadi lebih mudah, karena tinggal memanfaatkan fitur *cut polygon* untuk membentuk poligon-poligon baru dari perpotongan garis digitasi dengan poligon yang telah terlebih dahulu dibentuk. Hasil keseluruhan proses digitasi data dilihat pada Gambar 6.





Gambar 6. Hasil *digitasi on screen*

Dari digitasi yang dilakukan, kemudian dapat dihitung luasan lahan kawasan konservasi hutan mangrove Desa Sedari berdasarkan pengelompokan dengan detail sebagaimana tertera pada Tabel 2. Berdasarkan tersebut, diperoleh informasi mengenai total luas mangrove *Avicennia* sp. dengan luas 7,64 ha atau 16,4% dari total area. Kemudian luas mangrove *Rhizophora* sp. diperoleh luasan 24,68 ha atau 53,1% dari total luas area. Kemudian luasan area mangrove mati sebesar 0,19 ha, dan yang terakhir luasan non vegetasi sebesar 13,97 ha. Total luasan area kawasan konservasi hutan mangrove Desa Sedari sebesar 46,48 ha (Gambar 7).

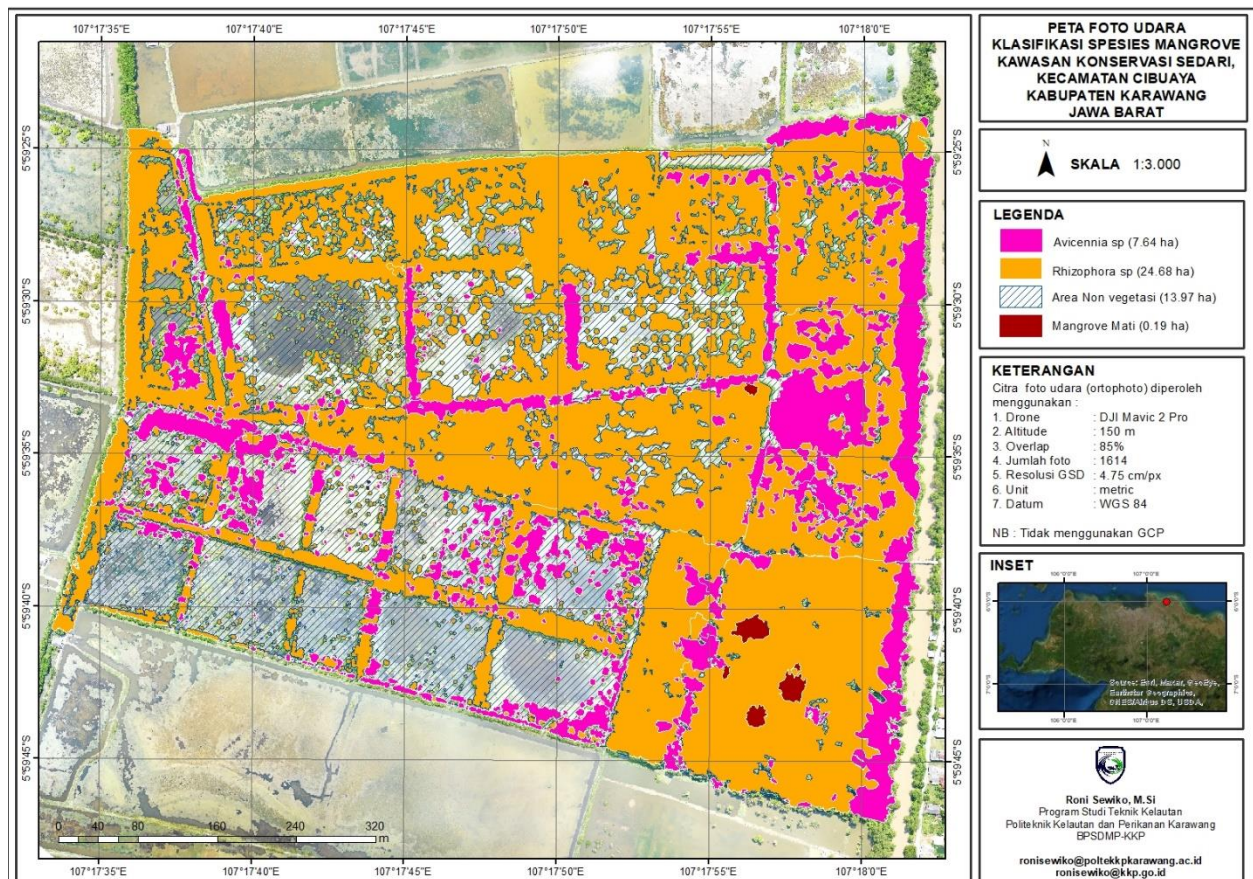
Tabel 2. Luasan Kawasan Konservasi Hutan Mangrove Desa Sedari

No.	Jenis Klasifikasi	Luas (ha)	Persentase (%)
1.	Mangrove jenis <i>Avicennia</i>	7,64	16,44
2.	Mangrove jenis <i>Rhizophora</i>	24,68	53,10
3.	Mangrove Mati	0,19	0,41
4.	Non Vegetasi	13,97	30,06
Total		46,48	100

Kawasan konservasi hutan mangrove Desa Sedari sudah dirintis sejak tahun 1986 dan pada tahun 1991 terdapat penanaman pohon secara masal dalam rangka pelestarian hutan dan swasembada pangan oleh Presiden RI ke-2.

Berdasarkan hasil wawancara terhadap pengelola, penanaman pohon massal tahun 1991 tersebut dilakukan dengan menggunakan bibit jenis *Rhizophora* sp., sehingga mangrove jenis ini menjadi dominan.

Sementara luasan dari area mangrove mati adalah 0,19 ha, kondisi ini terjadi di kawasan konservasi mangrove bagian depan (barat/area *flight mission* 2) yang sudah tua, sehingga terdapat mangrove yang berpenyakit, kering dan atau tumbang. Lahan kawasan konservasi hutan mangrove Sedari sendiri berada di area pertambakan yang sudah lama tidak digunakan, akan tetapi kawasan konservasi saat ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk kegiatan *silvofishery*.



Gambar 7. Peta klasifikasi spesies mangrove

## KESIMPULAN

Akuisisi data kawasan konservasi dengan menggunakan SPUKTA pada percobaan ini menghasilkan 1614 foto dan terkalibrasi 100% dengan resolusi GSD yang dihasilkan yaitu 4,75 cm/ pix. Dengan demikian, pengaturan tinggi terbang pada ketinggian 150 meter dan overlap 85% dinilai masih layak digunakan. Resolusi yang diperoleh juga mampu menampakkan kanopi mangrove dari spesies yang berbeda sehingga sangat memudahkan saat dilakukan proses manual screening dan digitasi.

Hasil dari digitasi luas area kawasan konservasi mangrove Desa Sedari dibagi menjadi empat kelompok, yakni: 1) mangrove *Rhizophora* sp. 24,68 ha; 2)

mangrove *Avicennia* sp. 7,64 Ha; 3) mangrove yang mati 0,19 ha; 4) non vegetasi 13,97 ha serta jumlah seluruh luasan kawasan konservasi mangrove Desa Sedari yaitu 46,48 ha. Dengan demikian jenis mangrove yang mendominasi pada kawasan konservasi hutan mangrove Desa Sedari adalah *Rhizophora* sp.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alfira, R. (2014). *Identifikasi Potensi dan Strategi Pengembangan Ekowisata Mangrove Pada Kawasan Suaka Margasatwa Mampie di Kecamatan Wonomulyo Kabupaten Polewali Mandar* [Undergraduate's Thesis, Hasanuddin University]. <https://core.ac.uk/download/pdf/25497082.pdf>
- Bayyan, M. M. (2019). *Penggunaan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) untuk Pemetaan Mangrove di Kawasan Mangrove Bagek Kembar, Sekotong, Lombok, Nusa Tenggara Barat* [Undergraduate's Thesis, Brawijaya University]. Brawijaya Knowledge Garden Repository. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/169629/>
- Casella, E., Rovere, A., Pedroncini, A., Stark, C. P., Ferrari, M., & Firpo, M. (2016). Drones as tools for monitoring beach topography changes in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Geo-Mar Lett*, 36, 151–163. <https://doi.org/10.1007/s00367-016-0435-9>
- Escobar-Sánchez, G., Haseler, M., Oppelt, N., & Schernewski, G. (2021). Efficiency of aerial drones for macrolitter monitoring on Baltic Sea beaches. *Frontiers in Environmental Science*. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.560237>
- Floreano, D., & Wood, R. J. (2015). Science, technology and the future of small autonomous drones, *Nature*, 521(7553), 460–466. <https://doi.org/10.1038/nature14542>
- Giordano, F., Mattei, G., Parente, C., Peluso, F., & Santamaria, R. (2015). MicroVEGA (micro vessel for geodetics application): A marine drone for the acquisition of bathymetric data for GIS applications.. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL55, 123–130. <https://core.ac.uk/download/pdf/193622358.pdf>
- Jayson-Quashigah, P. N., Addo, K. A., Amisigo, B., & Wiafe, G. (2019). Assessment of short-term beach sediment change in the Volta Delta coast in Ghana using data from Unmanned Aerial Vehicles (Drone). *Ocean & Coastal Management*, 182(1), 104952. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104952>
- Jun, K., Jun, B. H., Lee, H., Kim, S., & Tak, W. (2018). The study of utilization and precision based on the comparison and analysis of drone-based coastal hazard data and its application in the ocean environment. *Journal of Coastal Research* 85, 811-815. <https://doi.org/10.2112/SI85-163.1>
- Kepel, T. L., Suryono, D. D., Ati, R. N. A., Salim, H. L., & Hutahaean, A. A. (2017). Nilai Penting Dan Estimasi Ekonomi Simpanan Karbon Vegetasi Mangrove Di Kecamatan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Kelautan Nasional*, 12(1), 61–70. <http://dx.doi.org/10.15578/jkn.v12i1.6170>
- Panjaitan, A., Sudarsono, B., & Bashit, N. (2019). Analisa Kesesuaian Penggunaan Lahan Terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) di

- Kabupaten Cianjur Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 8(1), 248–257.
- Pérez-Alberti, A., & Trenhaile, A. S. (2015). An initial evaluation of drone-based monitoring of boulder beaches in Galicia, north-western Spain. *Earth Surface Processes and Landforms*, 40(1), 105–111. <https://doi.org/10.1002/esp.3654>
- Pongdatu, D. E., Salahudin, K. G., Nur, C. M., & Anggoro, P. D. (2021). Identification Of Building Density Using Uav Mapping Method In Central Kalimantan Regional Settlement Infrastructure. *Journal of Marine-Earth Science and Technology*, 2(2), 40–53. <https://doi.org/10.12962/j27745449.v2i2.215>
- Prodanov, B., Kotsev, I., Lambev, T., Dimitrov, L., Bekova, R., & Dechev, D. (2019). Drone-based geomorphological and landscape mapping of Bolata Cove, Bulgarian coast. In P. Georgiev & C. G. Soares (Eds.), *Sustainable Development and Innovations in Marine Technologies* (p. 5). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780367810085>
- Purwati, R. D., Anggraeni, T. D. A., Sudarmo, H. (2013). Keragaman Karakter Morfologi Plasma Nutfah Wijen (*Sesamum indicum* L.). *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* 7(2), 69–78.
- Rudi, F. S., & Harini, R. (2021). The externalities value of mangrove forest conversion into fishponds in the coastal area of wulan delta in demak regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 683, 01202. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/683/1/012021>
- Ruwaimana, M. (2016). *Like a drone come true: Comparison of Satellite and Drone Imagery for Mangrove Mapping in Seitu Wetland, Malaysia*. Brussels.
- Ruwaimana, M., Atmaja, N., & Yuda, I. P. (2017). Resolusi Spasial Optimum pada Citra Drone untuk Klasifikasi Spesies Mangrove dengan Metode Maximum Likelihood. *Biota*, 2(2), 68–76.
- Ruwaimana, M., Satyanarayana, B., Otero, V., M Muslim, A., Syafiq A, M., Ibrahim, S., Raymaekers, D., Koedam, N., & Dahdouh-Guebas, F. (2018). The advantages of using drones over space-borne imagery in the mapping of mangrove forests. *PloS one*, 13(7), e0200288. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200288>
- Salim, H. L., Ati, R. N. A., & Kepel, T. L. (2018). Pemetaan Dinamika Hutan Mangrove menggunakan Drone dan Penginderaan Jauh di P. Rambut, Kepulauan Seribu. *Jurnal Kelautan Nasional*, 13(2), 89–97. <http://dx.doi.org/10.15578/jkn.v13i2.6639>
- Sriyana, I., Niyomukiza, J. B., Sangkawati, S., & Parahyangsari, S. K. (2020). Determination of the original coastline on Semarang city and Demak district using remote sensing approach. *E3S Web Conferences*, 202, 04001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020204001>
- Tufaila, M., Karim, J., & Alam, S. (2012). Pemetaan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Bentuklahan di Das Moramo. *Jurnal Agroteknos*, 2(1), 9–20.
- Ventura, D., Bruno, M., Lasinio, G. J., Belluscio, A., & Ardizzone, G. (2016). A low-cost drone based application for identifying and mapping of coastal fish nursery grounds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 171, 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.01.030>